

DE3228813

Publication Title:

Method and arrangement for determining structural edges in electron beam apparatuses

Abstract:

Abstract of DE3228813

A method with an associated arrangement for monitoring microelectronic structures with respect to position, width or distance as well as quality is applied in electron beam apparatuses in the field of microlithography. In this case, the measurement and monitoring of such structures of different size and shape down to structural widths and distances in the submicrometer range are to be enabled in a highly productive as well as automatic and objective fashion, the aim being to use, for the evaluation, a number of electrons that is sufficiently high for the accuracy requirements. According to the invention, a line is firstly multiply scanned perpendicularly to the edge direction, and secondly a plurality of lines are singly scanned at respective prescribed distances along the edge direction. A signal curve which is indicative of the shape of the edge is formed in each case for the first and second cases by summation of individual signal curves. The edge roughness is determined from the gradient of the two curves. In order to carry out the method, the electrons emerging from the object upon impingement of the electron beam are fed to a receiver of the circuit arrangement according to the invention. Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

BEST AVAILABLE COPY

This Patent PDF Generated by Patent Fetcher(TM), a service of Stroke of Color, Inc.

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑪ DE 3228813 A1

⑯ Int. Cl. 3:

G 01 B 15/00

G 01 N 23/225

H 01 L 21/66

H 01 J 37/28

⑳ Unionspriorität: ⑲ ⑳ ⑳

02.11.81 DD WPH01J/234526

⑷ Anmelder:

Jenoptik Jena GmbH, DDR 6900 Jena, DD

⑲ Aktenzeichen: P 32 28 813.1

2. 8. 82

⑲ Anmeldetag:

26. 5. 83

⑷ Erfinder:

Plontke, Rainer, Dipl.-Phys. Dr., DDR 6902 Jena, DD; Lelle,
Werner, Dipl.-Phys., DDR 6900 Jena, DD

Behördenbesitz

⑶ Verfahren und Anordnung zur Strukturkantenbestimmung in Elektronenstrahlgeräten

Ein Verfahren mit dazugehöriger Anordnung zur Kontrolle hinsichtlich Lage, Breite oder Abstand sowie Güte mikroelektronischer Strukturen wird in Elektronenstrahlgeräten auf dem Gebiet der Mikrolithografie angewendet. Dabei soll das Messen und Kontrollieren derartiger Strukturen unterschiedlicher Größe und Form bis zu Strukturbreiten und -abständen im Submikrometerbereich hochproduktiv sowie automatisch und objektiviert ermöglicht werden, wobei eine für die Genauigkeitsanforderungen ausreichend hohe Anzahl von Elektronen zur Auswertung zu verwenden ist. Erfindungsgemäß werden erstens eine Zeile senkrecht zur Kartenrichtung mehrfach abgetastet und zweitens jeweils in vorgegebenen Abständen längs der Kantenrichtung mehrere Zeilen einfach abgetastet. Durch Summation einzelner Signalkurven wird für erstens und zweitens jeweils eine Signalkurve gebildet, die Aufschluß über den Kantenverlauf gibt. Die Kantenrauhigkeit wird aus der Steilheit beider Kurven ermittelt. Zur Durchführung des Verfahrens werden die bei Auftreffen des Elektronenstrahls aus dem Objekt austretenden Elektronen einem Empfänger der Erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zugeführt.

(32 28 813)

DE 3228813 A1

DE 3228813 A1

3228813

3.

daß die zweiten Ausgänge der Positionszähler über die Umschaltvorrichtung jeweils mit dem anderen Positionszähler verbunden sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2 , dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Empfänger vorgesehen sind, die jeweils über ein als Tiefpaß wirkendes Verzögerungsglied mit einem Normierungsglied verbunden sind, und die Ausgangssignale aller Normierungsglieder über ein additiv oder subtraktiv wirkendes Summierungsglied mit dem AD-Wandler zugeführt sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einem Teil der Empfänger ein Summierungsglied nachgeschaltet und dieses mit einem Verzögerungsglied verbunden ist.
5. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Anpassung der Schrittweite in Sweeprichtung und des Abstandes a in Kantenrichtung an die zu vermessende Struktur in die Takteingangsleitung der Positionszähler eine einstellbare Impulsvervielfacherrstufe und jeweils zwischen dem DA-wandler und dem Endverstärker ein einstellbares analoges Dämpfungsglied geschaltet ist, daß zur Korrektur der Schieflage des Objektes Drehkorrekturseinheiten vorgesehen sind, daß je Koordinatenrichtung ein zweiter, genauer und langsamer als der erste arbeitender DA-wandler vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal mit der gerasterten Ablenkspannung additiv verknüpft ist.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen.

3883

4.

Verfahren und Anordnung zur Strukturkantenbestimmung in
Elektronenstrahlgeräten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zu dessen Durchführung, die zur Kontrolle hinsichtlich Lage, Breite oder Abstand sowie Güte von mikrolithografisch hergestellten Strukturen dienen, indem der Verlauf der Strukturkanten automatisch ermittelt wird.

Anwendbar ist die Erfindung auf dem Gebiet der Mikrolithografie in Elektronenstrahlgeräten, die zur Messung und Kontrolle derartiger Strukturmuster dienen. Die Strukturen können als Lackhaftmasken, in metallisierten Glaskörpern oder als Halbleiterscheiben vorliegen.

Bekannt ist, für derartige Messungen lichtoptische Meßgeräte einzusetzen, wie aus Prospekten der Fa. Nikon/Japan zu "Micro-Pattern Inspection Station" oder zu "Laser Interferometric x-y Measuring Machine" hervorgeht.

3883

- 2 -

. 5 .

Diese Methoden sind jedoch nur möglich, solange die minimalen Elementeabmessungen bzw. -abstände nicht kleiner als einige Mikrometer sind.

Dabei wird aus Intensitätsgründen ein Lichtbündel mit rechteckigem Querschnitt, dessen schmale Seite bis zu $1 \mu\text{m}$ und dessen lange Seite bis zu einigen $100 \mu\text{m}$ mißt, über die Kante der Struktur geführt und das transmittierte oder reflektierte Lichtsignal über Fotodetektoren ausgewertet.

Nachteilig ist, daß damit Forderungen an die geometrische Gestalt der zu vermessenden Strukturen verbunden sind und somit die Vielfalt erheblich eingeschränkt wird. Weiterhin ist bekannt, Elektronenstrahlgeräte zur Kontrolle von Strukturen einzusetzen. Zum Beispiel in der Patentschrift des DD-WP 124 091 ist beschrieben, daß nach dem Prinzip eines Rasterelektronenmikroskopes eine feine Elektronensonde über das zu vermessende Objekt geführt, ein Abbild des Objektes synchron dazu auf einem Bildschirm dargestellt und mit einem projizierten Maßstabsnetz verglichen wird. Die Messung erfolgt direkt mit Hilfe des Maßstabsnetzes oder durch definierte Objektverschiebung unter Verwendung einer auf den Leuchtschirm projizierten Bezugsmarke.

Nachteilig ist daran, daß die Meßproduktivität zu gering ist und die Meßgenauigkeit subjektiv beeinflußt wird.

Das Ziel der Erfindung ist, eine Möglichkeit zum Messen und Kontrollieren von mikrolithografisch hergestellten Strukturen unterschiedlicher Größe und Form bis zu Strukturbreiten und -abständen im Submikrometerbereich zu schaffen. Das Verfahren soll hochproduktiv sein sowie automatisch und objektiviert ablaufen.

- 2 -

. 6 .

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein derartiges Verfahren mit einer Anordnung zu dessen Durchführung zu entwickeln, das gestattet, einerseits die Messung von Strukturbreiten im Submikrometerbereich durchzuführen, andererseits eine für die Genauigkeitsanforderungen ausreichend hohe Anzahl von Elektronen der Auswertung zugrunde zu legen, sowie Aussagen über die Güte der Strukturkanten zu gewinnen.

In einem Verfahren zur Ermittlung des Verlaufs von Strukturkanten in Meßgeräten zur Bestimmung der Lage, der Ausdehnung oder des Abstandes sowie der Güte von vorzugsweise mikrolithografisch hergestellten Strukturmustern, wobei die bei einem Abrastern mit dem Elektronenstrahl entstehenden Signale zur Erfassung der Strukturkanten ausgenutzt werden und der Elektronenstrahl schrittweise über die zu vermessende Kante geführt wird, wird die Aufgabe gemäß der Erfindung anhand folgender Verfahrensschritte gelöst:

- a) In der senkrecht zur Kantenausdehnung stehenden Sweep-Richtung wird längs einer Linie in konstanten vorgegebenen Schritten das Strukturmuster durch Verschieben des Elektronenstrahls punktweise abgetastet, wobei das in jedem Punkt erhaltene Signal digitalisiert und im Speicher eines Rechners abgelegt wird. Da der Durchmesser der Elektronensonde klein ist, wird daher auch nur die Eigenschaft der Kante in diesem kleinen Bereich erfaßt und andererseits auch keine Forderung an die Längenausdehnung der Kante erhoben.
- b) Der Schritt a) wird mehrfach (n-fach) wiederholt, wobei die Koordinate des Sweeps in Kantenrichtung nicht verändert wird, um das Signal-Rausch-Verhältnis des in a) gewonnenen Signals zu verbessern.

. 7 .
- 4 -

- c) Die in den Schritten a) und b) erhaltenen digitalisierten Signalwerte, die zu gleichen Orten längs der Sweeprichtung gehören, werden zu einer Signalkurve summiert.
- d) Für n verschiedene Orte in vorgegebenen Abständen a längs der Strukturkante, die senkrecht zur Sweeprichtung liegt, wird jeweils der Schritt a) wiederholt, um den Einfluß der Kantenrauhigkeit auf das Meßsignal zu verringern.
- e) Die im Schritt d) erhaltenen Abtastsignale werden digitalisiert und für alle Abtastpunkte gleicher Koordinate in Sweeprichtung summiert. Das so gewonnene Signal stellt sich als räumlich-zeitliches Mittel über einen Kantenbereich von $n.a$ dar. Der Abstand a wird so gewählt, daß der Sweepversatz der Kantenausdehnung angepaßt ist, d.h. $n.a \leq l$, l = Kanten ausdehnung.
- f) Bei der Signalbildung im Schritt e) werden bei endlicher Kantenrauhigkeit Signale überlagert, die zueinander in Sweeprichtung in Größenordnung der Kantenrauhigkeit verschoben sind. Das resultierende Kantenignal ist also im allgemeinen flacher als ein solches, bei dem $a = 0$ gilt.
Die Steilheit der nach c) gewonnenen Signalkurve, d.h. für $a = 0$, wird durch die Steilheit der nach e) gewonnenen Signalkurve, d.h. für $a \neq 0$, dividiert und dieser Quotient mit einer aus Testobjekten ermittelten Konstanten verknüpft. Dabei entsteht ein Wert, der ein Maß für die Kantenrauhigkeit der zu vermessenden Struktur ist.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient eine Anordnung in einem Elektronenstrahlgerät, in dem der Elektronenstrahl auf die zu messende Struktur auftrifft und in Abhängigkeit von dieser Struktur ein aus austretenden Elek-

tronen gebildetes Signal einem Empfänger zugeführt wird. Die Anordnung ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet: Das Empfängersignal, das in seiner Größe sehr unterschiedlich sein kann und einen störenden Grundpegel enthält, wird einem Normierungsglied zugeführt. Das normierte Signal wird in einem AD-Wandler, der über eine Torschaltung von der Zentraleinheit eines Rechners eingelesen wird, digitalisiert und der Zentraleinheit zugeführt.

Zur digitalen Verschiebung des Elektronenstrahls für die x- und y-Koordinatenrichtung ist je ein Positionszähler vorgesehen, der über DA-Wandler und Endverstärker die Position des Elektronenstrahls über ein Ablenksystem bestimmt. An einem Eingang jedes Positionszählers liegen Informationen über Anfangs- bzw. Endwerte in Sweeprichtung an. Bei Erreichen des Endwertes eines Positionszählers erfolgt eine Meldung an die Zentraleinheit. Gleichzeitig wird der Positionszähler auf den Anfangswert zurückgesetzt und ein Taktimpuls an den Positionszähler der zweiten Koordinatenrichtung abgegeben. Dadurch kann ein erneuter Abtastsweep auf einer Zeile erfolgen, die parallel zur vorhergehenden verläuft, wobei beide Zeilen einen vorgegebenen Abstand a haben.

Zwischen beiden Positionszählern befindet sich eine elektronische Umschaltvorrichtung zur Wahl der Abtastsweep in x- oder y-Koordinatenrichtung. Dabei dienen als Taktimpulse die Einleseimpulse der Signaldigitalisierung, die außerdem über ein Verzögerungsglied als Startsignal dem AD-Wandler zugeführt werden.

Durch den Einleseimpuls wird das digitalisierte Signal in die Zentraleinheit übernommen. Die Rückflanke dieses Impulses erhöht den Positionszähler, und der Elektronenstrahl nimmt die nächste Position ein. Nach einer Verzögerungszeit wird der AD-Wandler gestartet und der neue Signalwert digitalisiert.

- 6 - 9 -

Zur Glättung verrauschter Signale dient ein vor dem Normierungsglied geschalteter Tiefpaß, dessen Zeitkonstante auf die Verzögerungszeit des AD-Wandlers abgestimmt ist.

Zur Verbesserung des Kantensignals hinsichtlich Auswertbarkeit kann es vorteilhaft sein, die Signale verschiedener Empfänger additiv oder subtraktiv zu mischen.

Zur Verbesserung der Genauigkeit der Elektronenstrahlpositionierung dienen folgende Merkmale der Schaltungsanordnung:

Die Anpassung der Schrittweite an die zu vermessende Struktur und die Ablenkempfindlichkeit des Ablenksystems erfolgt über eine Impulsvervielfacherstufe und ein digital einstellbares analoges Dämpfungsglied.

Die Schieflage des Objektes gegen die Richtung der Ablenksysteme wird durch Drehkorrekturseinheiten berücksichtigt.

Der Positionszähler mit Schrittweiteneinstellung und schnellem DA-Wandler wird nur für den eigentlichen Raster-sweep symmetrisch zur angenommenen Kanterposition genutzt, und die Grundauslenkung des Strahls zu dieser angenommenen Kantenposition durch einen zweiten DA-Wandler vor Beginn der Meßreihe eingestellt. Dieser DA-Wandler ist genauer und langsamer, sein Ausgangssignal wird der gerasterten Ablenkspannung additiv hinzugefügt.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Zeichnung erläutert werden.

In der Zeichnung zeigen

Figur 1 Darstellung des Strukturkantenverlaufs,

Figur 2 Schaltungsanordnung zur Erfassung von Strukturkanten,

Figur 3 Schaltungsanordnung zur Verbesserung des Kantensignals,

Figur 4 Schaltungsanordnung zur Verbesserung der Elektronenstrahlpositionierung.

- 7 - 10 -

Die erfindungsgemäße Lösung zur Erfassung von Strukturkanten geht davon aus, daß ein Elektronenstrahl digital verschoben und das von einem Empfänger erhaltene Signal digitalisiert wird.

Fig. 1a zeigt im Querschnitt eine Struktur 1 auf einem Trägermaterial 2.

In Fig. 1b ist die Strukturkante 3, die zu vermessen ist, dargestellt. Für die Lage der Strukturkanten wurde die y-Koordinatenrichtung gewählt. Senkrecht dazu liegt die Sweeprichtung, in der die Strukturkante 3 in vorgegebenen Schritten, z.B. 5 nm, abgetastet wird. Das in jedem Abtastpunkt erhaltene Signal aus RückstreuElektronen, Sekundärelektronen oder einer Mischung beider wird digitalisiert und gespeichert. Da der Durchmesser der Elektronensonde klein ist, d.h. typischerweise 10 nm, wird dabei auch nur die Kante in diesem kleinen Bereich erfaßt, andererseits auch keine Forderung an die Längenausdehnung der Kante erhoben. Die Verweilzeit pro Punkt beträgt z.B. 4 μ s. Aufgrund der geringen Anzahl registrierter Elektronen hat das Signal der Fig. 1c ein kleines Signal-Rausch-Verhältnis. Um dieses zu verbessern, wird das Abtasten bei $y = \text{konstant}$ n-fach (z.B. $n = 50$) wiederholt und die digitalisierten Signalwerte zu einer Signalkurve 5 summiert, die in Fig. 1d dargestellt ist. In diesem Beispiel dauert damit die Erfassung der Kante $n \cdot 2\text{ms} = 0,1\text{s}$. Bei dieser Art der Signalfbildung wird die Kantenrauhigkeit nicht berücksichtigt. Deshalb werden nach erfolgtem Abtastsweep bei y_1 jeweils nach Verschieben des Elektronenstrahls längs der y-Richtung um Δy n weitere Messungen durchgeführt. Die entstandenen Signale werden überlagert zu einer Signalkurve 6, die in Fig. 1 f dargestellt ist und ein räumlich-zeitliches Mittel über den Kantenbereich $n \cdot \Delta y$ darstellt, wobei Δy so gewählt wird, daß $n \cdot \Delta y \leq 1$ ($l = \text{Kantenausdehnung}$) gilt. Die Steilheit der Signalkurve 5 wird durch die Steilheit der Signalkurve 6 geteilt und dieser Quotient mit einer Konstanten

3228813

- 8 - 11 -

verknüpft, die aus Testobjekten ermittelt wurde. Dabei entsteht ein Wert, der ein Maß für die Kantenrauhigkeit ist.

Figur 2 zeigt eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens, in der ein Signal eines Empfängers 7 in einem Normierungsglied 8 durch additive Pegelverschiebung und multiplikative Verstärkungsänderung normiert wird. Zur Digitalisierung dieses Signals dient ein AD-Wandler 9, der über eine Torschaltung 10 von der Zentraleinheit 11 eines Rechners eingelesen wird. Ein Verzögerungsglied 21 erhält den Einleseimpuls EI von der Zentraleinheit 11 und gibt ein Startsignal St an den AD-Wandler 9 ab. Die digitale Verschiebung wird je Koordinatenrichtung durch einen Positions zähler 12 und 13 realisiert, die über je einen DA-Wandler 14 und 15 sowie je einen Endverstärker 16 und 17 ein Ablenk system 18 für die x-Richtung und ein Ablenksystem 19 für die y-Richtung beeinflussen. Die Anfangs- und Endwerte Aw und Ew einer Rastersweep werden von der Zentraleinheit 11 den Positionszählern 12; 13 vorgegeben, sie beschreiben die vermutliche Kantenlage. Durch eine elektronische Umschaltvorrichtung 20 kann wahlweise eine x- oder y-Zeile erzeugt werden. Als Taktimpulse dienen dabei die Einleseimpulse EI der Signaldigitalisierung. Bei Erreichen des Endwertes einer Zeile, die im Beispiel in x-Richtung liegt, wird durch den Positions zähler 12 ein Signal M an die Zentraleinheit 11 gegeben. Gleichzeitig wird dieser Positions zähler auf den Anfangswert zurückgesetzt und ein Taktimpuls an den Positions zähler 13 abgegeben. Ein erneuter Abtast sweep erfolgt dadurch auf einer Zeile, die parallel zur ersten um den Abstand Δy versetzt ist.

In Figur 3 ist eine Schaltungsanordnung zur Verbesserung des Kantensignals dargestellt, in der zwei Empfänger 22 und 23 für Rückstreu elektro nen und ein Empfänger 24 für Sekundär elektronen vorgesehen sind. Die Ausgangssignale der Empfänger 22 und 23 werden in einem Summierglied 25 additiv oder subtraktiv gemischt, das resultierende Signal sowie das Ausgangssignal des Empfängers 24 zur Glättung jeweils über

3883

- 9 - /2 -

einen Tiefpaß 26 und 27 den Normierungsgliedern 28 und 29 zugeführt, deren Ausgangssignale in einem weiteren Summierglied 30 additiv oder subtraktiv verknüpft und in einem AD-Wandler 31 digitalisiert werden.

Die Zeitkonstanten des Tiefpasses 26 sowie des Tieppasses 27 ist auf die Verzögerungszeit des AD-Wandlers 31 abgestimmt.

Die Schaltungsanordnung der Figur 3 bewirkt eine Verbesserung der Elektronenstrahlpositionierung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Anpassung des Abstandes Δy an die zu vermessende Strukturkante der Länge l sowie an die Ablenkempfindlichkeit der Ablenksysteme 18; 19 erfolgt über eine Impulsvervielfacherstufe 33, die dem Positionsztahler 13 vorgeschaltet ist. Außerdem ist dafür ein analoges Dämpfungsglied 35 vorgesehen, das dem DA-Wandler 15 nachgeschaltet ist.

Analog dazu wird die Schrittweite in x-Richtung durch eine Impulsvervielfacherstufe 32, die dem Positionsztahler 12 vorgeschaltet ist, und durch ein analoges Dämpfungsglied 34, dem DA-Wandler 14 nachgeschaltet, realisiert.

Die Schieflage der zu messenden Struktur gegen die Richtung der Ablenksysteme 18; 19 wird durch Drehkorrekturteinheiten 36; 37 berücksichtigt. Dabei wird ein einstellbarer Teil der Ablenkspannung der einen Koordinate additiv bzw. subtraktiv der anderen Koordinate hinzugefügt.

Eine erhebliche Genauigkeitssteigerung bei der Positionierung des Elektronenstrahls wird dadurch erreicht, daß der Positionsztahler 12 mit dem schnellen DA-Wandler 14 und dem Dämpfungsglied 34 nur für den eigentlichen Sweep, der im Beispiel in x-Richtung und symmetrisch zur Kantenposition erfolgt, genutzt wird. Die Grundauslenkung des Elektronenstrahls zu dieser angenommenen Kantenposition wird durch einen zweiten DA-Wandler 38 bzw. 39 für die x- bzw. y-Koordinatenrichtung vor Beginn der Meßreihe eingestellt. Diese arbeiten genauer und langsamer, z.B. mit 16 bit.

- 10 - 13.

Der digitale Wert dieser Grundauslenkung wird von der Zentraleinheit 11 ermittelt und in zwei den DA-Wandlern 38; 39 jeweils vorgeschalteten Pufferspeichern 40; 41 ausgegeben. Die Ausgangssignale der DA-Wandler 38; 39 werden jeweils mit dem Ausgangssignal des DA-Wandlers 14 oder 15 der entsprechenden Koordinate in einem Summierglied 40 oder 41 summiert, dem auch das Ausgangssignal der betreffenden Drehkorrekturteinheit 36 oder 37 zugeführt wird und das mit einem der Endverstärker 16 bzw. 17 verbunden ist.

Zur Erreichung eines hohen Automatisierungsgrades ist es günstig, alle einstellbaren Einheiten digital, d.h. in den Figuren 3 und 4 mit Δy gekennzeichnet, von der Zentraleinheit 11 anzusteuern und zusätzliche Rückmeldungen an die Zentraleinheit zu bilden, z.B. Maximal- und Minimalwert des normierten Signals, Stellung der Positionszähler und Bereitschaft des AD-Wandlers.

Durch entsprechende Einstellung des Impulsvervielfachers 33 kann der Abstand Δy zwischen den Zeilen variiert werden oder dieselbe Zeile zur mehrmaligen Abtastung beibehalten.

Ist eine weitere Vergrößerung von Δy erforderlich, können die Taktimpulse in eine höherwertige Bitstelle des Positionszählers eingespeist werden. Die Mitteilung an die Zentraleinheit 11 über die vermutliche Kantenlage kann erfolgen, indem die Sollposition in die Zentraleinheit 11 eingegeben wird. Dieses Verfahren dient zur Messung bekannter Strukturen an vorgegebenen Meßpunkten. Andererseits kann die Mitteilung erfolgen, indem das Objekt auf einem Bildschirm dargestellt und die zu vermessende Kante in geeigneter Weise markiert wird. Zur bildzeugenden Rasterung werden dabei die Positionszähler 12; 13 genutzt. Die Markierung kann z.B. durch eine eingebündelte, verschiebbare Marke erfolgen.

-14-
Leerseite

- 19 -

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3228813
G 01 B 15/00
2. August 1982
26. Mai 1983

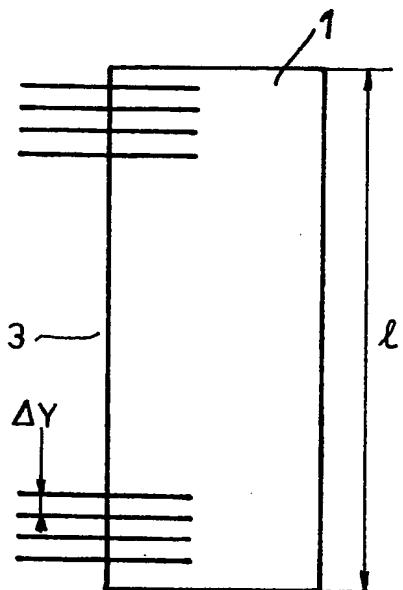
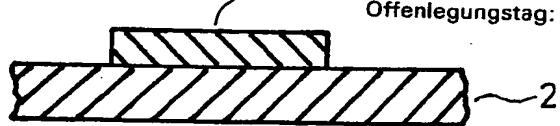


Fig. 1a

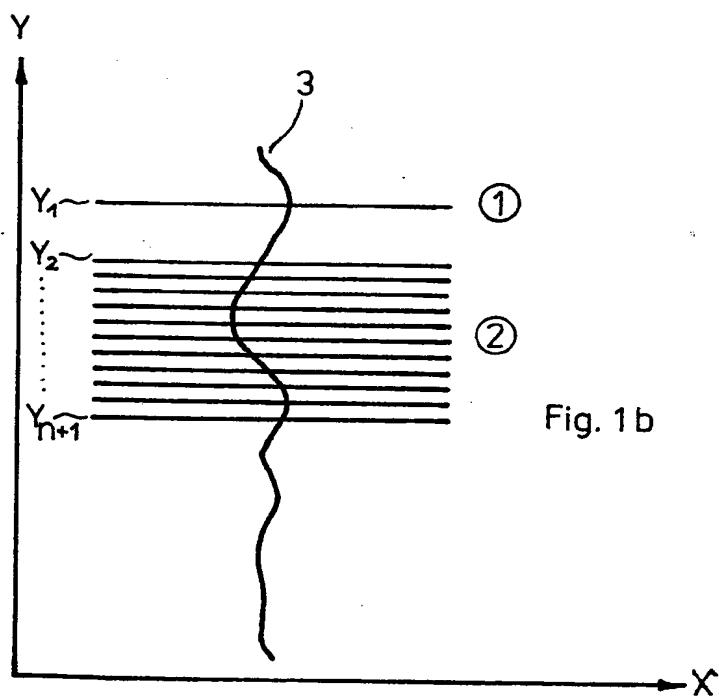
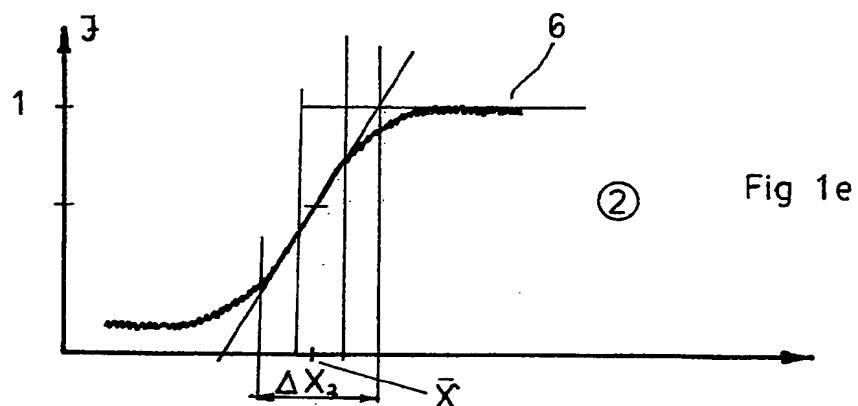
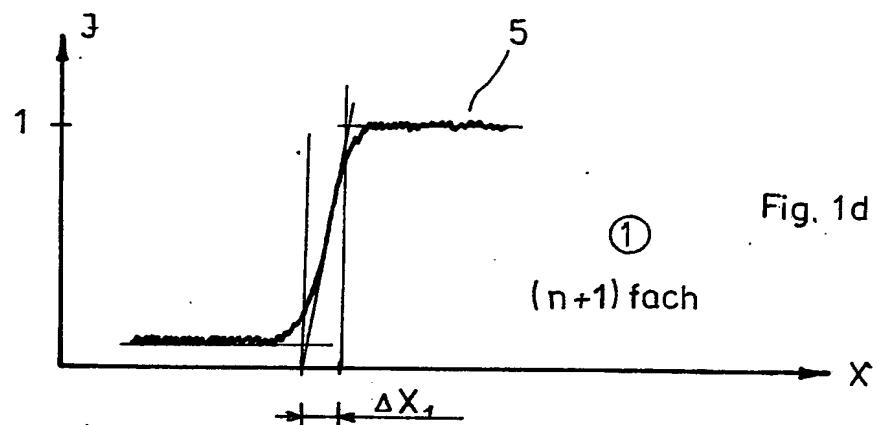
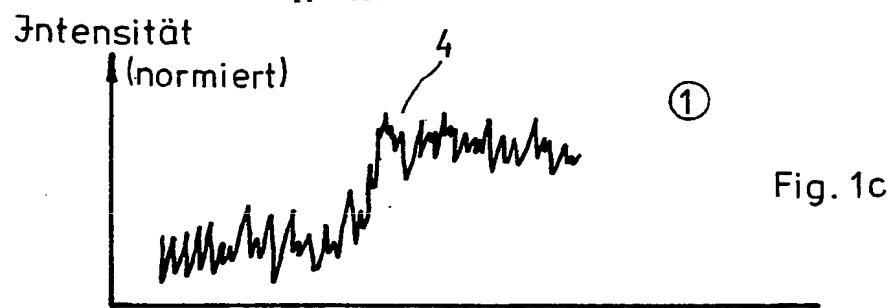


Fig. 1b



-16-

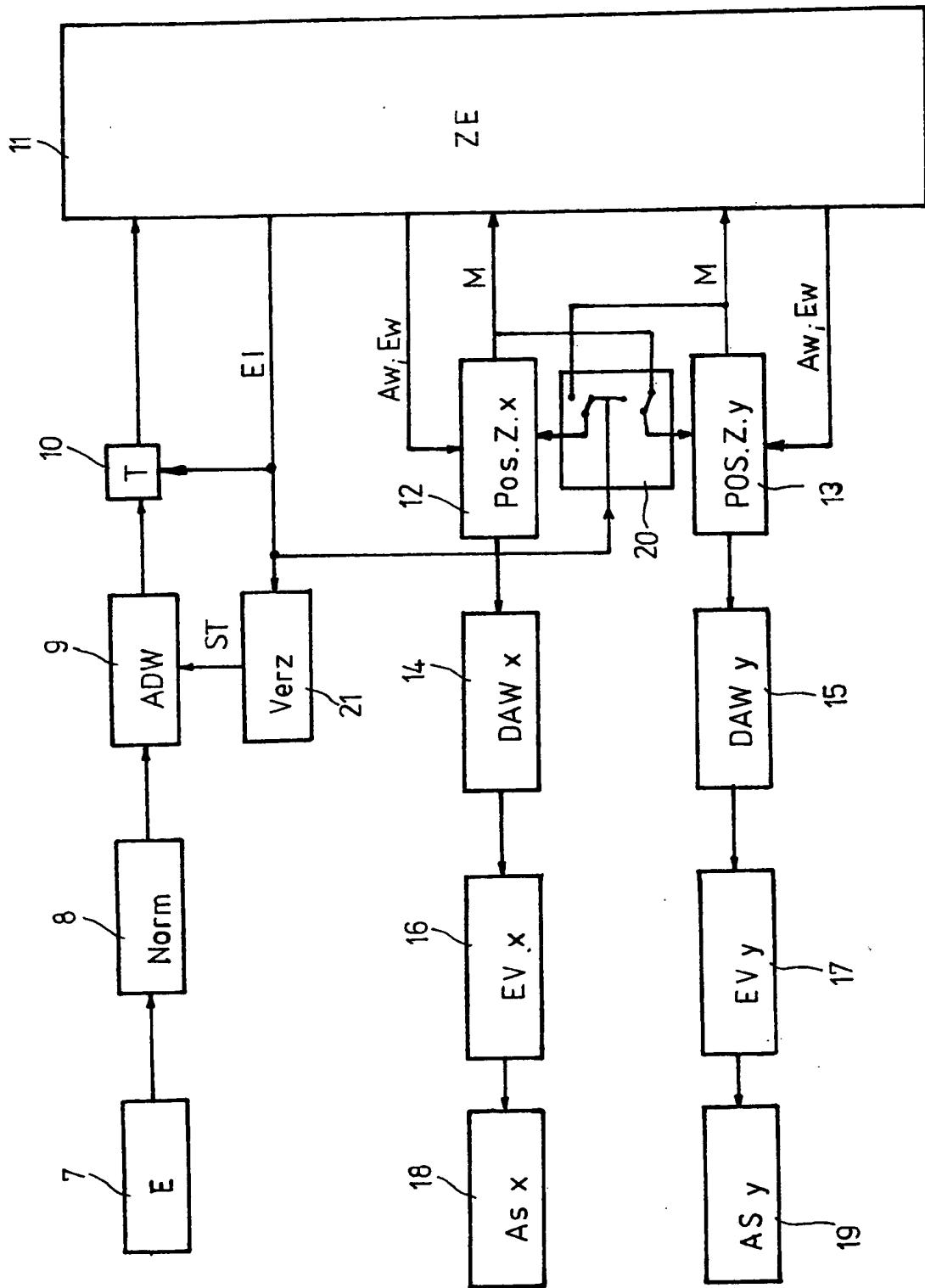


Fig. 2

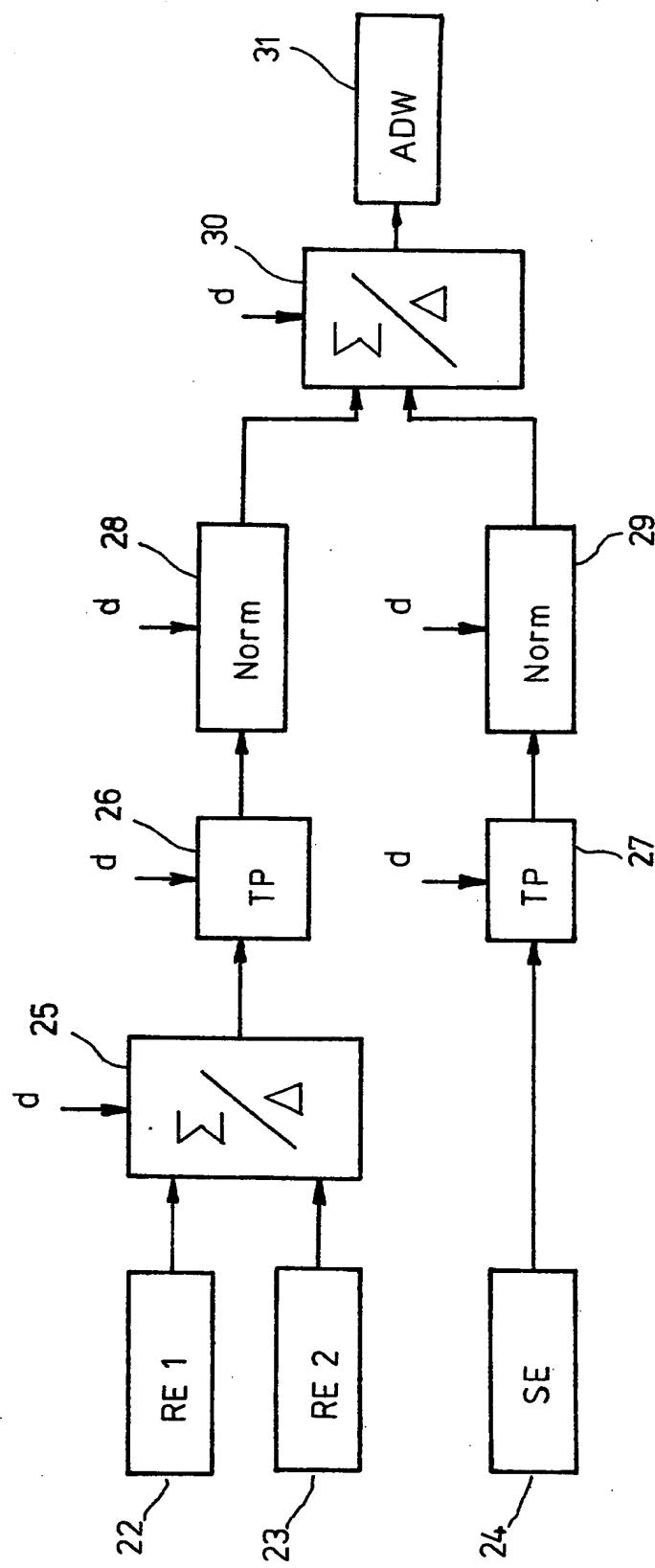


Fig. 3

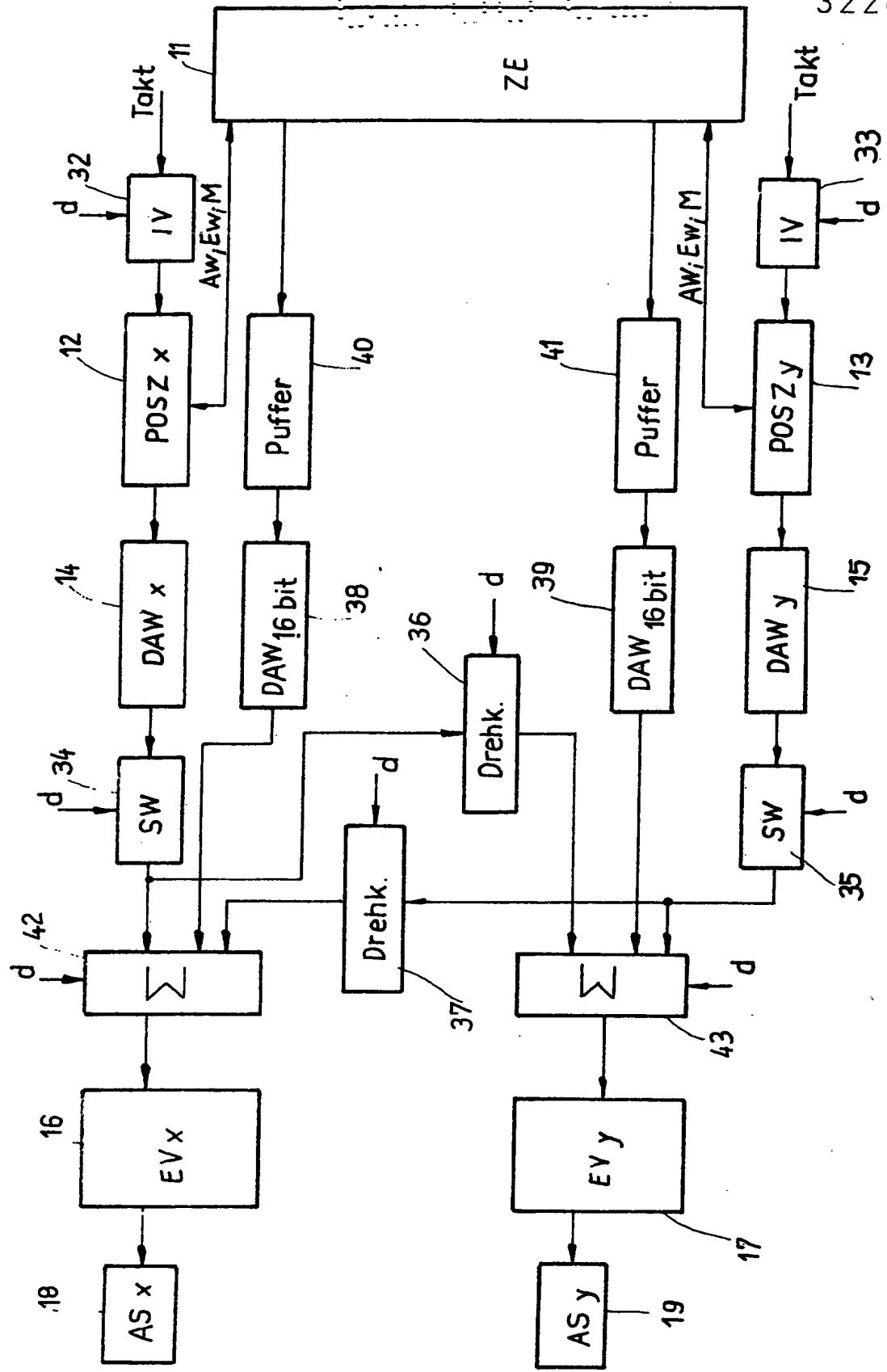


Fig. 4

3228813

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.